

昭和医科大学医学部(Ⅱ期) 化学

2026年 3月 7日実施

1

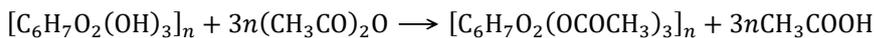
問 1 セルロースは β -D-グルコースが β -1,4-グリコシド結合により重合した多糖である。したがって① 4 位, ② β となる。セルロースはデンプンと異なり強固な水素結合ネットワークを形成しているため加水分解されにくい, ③ 希硫酸を加えて長時間加熱すると加水分解されてグルコースになる。また, セルロースを酵素セルラーゼにより④加水分解すると, まず二糖である⑤セロビオースが生じ, その後さらに加水分解されてグルコースになる。

(答) ①: (エ), ②: (コ) ③: (ソ) ④: (テ) ⑤: (ノ)

問 2 1) セルロースでは隣接するグルコースどうしが β -1,4- A グリコシド結合 でつながっている。セルロースには各単位構造に 3 個のヒドロキシ基があり, これを B 無水酢酸 で C ヒドロキシ基 をアセチル化すると D トリアセチルセルロース が生成する。トリアセチルセルロースを部分的に加水分解して得られるアセトン可溶体から作られる繊維が E アセテート繊維 である。天然高分子に化学的修飾を加えて作られる繊維は F 半合成繊維 に分類される。

(答) A: グリコシド, B: 無水酢酸, C: ヒドロキシ基, D: トリアセチルセルロース,
E: アセテート, F: 半合成

2) 平均重合度を n とする。セルロース $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n$ (分子量 $162n$) を完全にアセチル化して得られるトリアセチルセルロース $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OCOCH}_3)_3]_n$ の分子量は $288n$ である。反応式は



である。したがって, 求める収率は,

$$\frac{2.30 \text{ g}}{288n \text{ g/mol}} \div \frac{1.62 \text{ g}}{162n \text{ g/mol}} \times 100 \% = 79.86 \% \rightarrow 79.9 \% \quad (\text{有効数字 3 桁})$$

となる。

(答) 79.9 %

3) 化学反応式より, 必要な無水酢酸の質量は

$$\frac{2.30 \text{ g}}{288n \text{ g/mol}} \times 3n \times 102 \text{ g/mol} = 2.443 \text{ g} \rightarrow 2.44 \text{ g} \quad (\text{有効数字 3 桁})$$

となる。

(答) 2.44 g

【補足】

理論的にはセルロース 1.62 g からトリアセチルセルロースは 2.88 g 得られるが, 実際には 2.30 g しか得られていない。この差 (0.58 g) は, 未反応セルロースや部分アセチル化体 (ジアセチルセルロースなど) として残ったためであり, その分だけ無水酢酸の消費量も減少する。

- 問 3 1) セルロースは β -D-グルコースが β -1,4-グリコシド結合で重合した多糖である。セルロースが部分的に加水分解されると、この結合を保った二糖であるセロビオースが生じる。したがって、該当する構造は β -1,4-グリコシド結合で結ばれた二糖を選べばよい。

なお、本問では糖残基の描き方が教科書の図と異なる点に注意する。ラクトースやセロビオースの構造式は、教科書では通常右側の環が上下反転した形で描かれることが多いが、本問では左側の環が反転した形で描かれている。したがって、図の見た目だけで判断するのではなく、結合位置 ($1 \rightarrow 4$) と $\alpha \cdot \beta$ の違いを読み取って判断する必要がある。

(答)(お)

【補足】

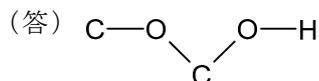
各選択枝の糖は以下の通りである。

- (あ) ラクトース(ガラクトース+グルコース, β -1,4-結合)
 - (い) スクロース(グルコース+フルクトース, α -1, β -2-結合)
 - (う) α -1, α -1-グリコシド結合の二糖(トレハロース型)。ただし、左側が D-グルコース, 右側が L-グルコースであり、天然のトレハロースとは異なる。
 - (え) マルトース(グルコース+グルコース, α -1,4-結合)
 - (お) セロビオース(グルコース+グルコース, β -1,4-結合)
- 2) 還元性を示す糖に共通する構造はヘミアセタール構造である。ヘミアセタール構造とは、同一炭素原子にエーテル結合とヒドロキシ基が結合した構造であり、開環してホルミル基を生じることで還元性を示す。

このヒドロキシ基がグリコシド結合の形成に使われている場合には開環できないため、還元性を示さない。

(答)(あ)・(え)・(お)

- 3) ヘミアセタール構造を例にならって記せばよい。



- 問 4 セロビオースをグルコースに分解する酵素はセロビアーゼである。

(答)セロビアーゼ

- 問 5 デンプンは α -1,4-グリコシド結合により鎖がらせん状の構造をとるため、その内部にヨウ素を取り込んで呈色する。一方、セルロースは β -1,4-グリコシド結合により鎖が直線状となり、分子間で水素結合して繊維状構造をとるため、ヨウ素を取り込む空間がなく呈色しない。

(答)デンプンはらせん構造の内部にヨウ素を取り込んで呈色するが、セルロースは繊維状構造でヨウ素を取り込めないため呈色しない。(59字)

2

問 1 エタノールを濃硫酸などの酸触媒のもとで 140 °C に加熱すると、分子間脱水が起こり、2 分子のエタノールからジエチルエーテルが生成する。したがって(ア)は $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ である。

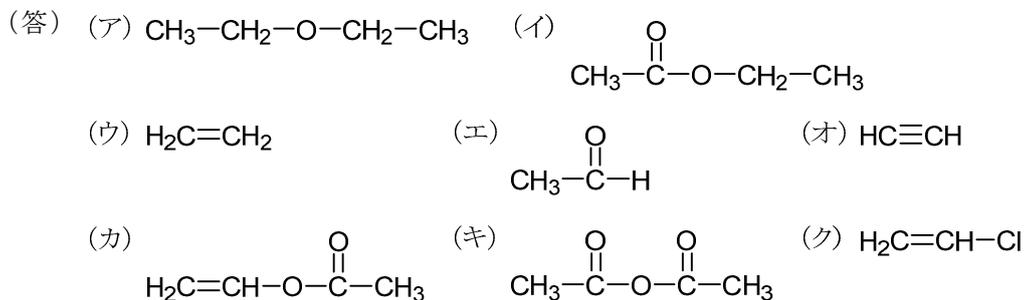
一方、同じく酸触媒存在下で 170 °C に加熱すると、分子内脱水が起こりエチレンが生成する。したがって(ウ)は $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ である。このエチレンに水が付加すると再びエタノールになることから整合する。

エタノールを酸化するとアセトアルデヒドが生じ、さらに酸化すると酢酸になる。図中の可逆矢印から、この中間体(エ)はアセトアルデヒドであるとわかる。したがって(エ)は CH_3CHO である。

(オ)は、水素付加によって(ウ)であるエチレンを生じる化合物であるから、アセチレンであるとわかる。さらに、アセチレンに塩化水素が付加すると塩化ビニル、酢酸が付加すると酢酸ビニルが生じる。よって(オ)は $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 、(ク)は $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ 、(カ)は $\text{CH}_2=\text{CHOCOCH}_3$ である。

また、酢酸とエタノールのエステル化によって生じる(イ)は酢酸エチルであり、示性式は $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ である。さらに、酢酸どうしの縮合によって生じる(キ)は無水酢酸であり、示性式は $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ である。

以上を踏まえて、構造式を例にならって記すと次のようになる。



【補足】

この反応系統図では、エタノールからエチレン、アセチレンを経て酢酸ビニルや塩化ビニルに至る流れが示されており、これらは後の設問で扱われる高分子化学(ビニロン合成)につながる重要な中間体である。したがって単独の反応としてではなく、合成経路全体のつながりを意識して整理しておくことが重要である。

問 2 1) エタノールの脱水反応では、酸触媒として濃硫酸が用いられる。濃硫酸は水素イオンを与えてヒドロキシ基を脱離しやすくすることで脱水反応を進行させる。

(答)濃硫酸

2) エタノールの脱水反応は反応温度によって生成物が異なる。170℃では同一分子内で水が失われる分子内脱水が起こり、エチレンが生成する。一方、140℃では2分子のエタノールの間で水が失われる分子間脱水が起こり、ジエチルエーテルが生成する。したがって①は分子内脱水、②は分子間脱水である。

(答)①:分子内脱水, ②:分子間脱水

問 3 1) 付加重合は、炭素-炭素二重結合または三重結合をもつ化合物が開いて連結することで進行する重合である。したがって、(ア)～(ク)の中から炭素-炭素多重結合をもつ化合物を選ばばよい。本問では、(ウ)エチレン、(オ)アセチレン、(カ)酢酸ビニル、(ク)塩化ビニルがこれに該当する。これらはそれぞれ付加重合によりポリエチレン、ポリアセチレン、ポリ酢酸ビニル、ポリ塩化ビニルを生じる。

(答)ポリエチレン, ポリアセチレン, ポリ酢酸ビニル, ポリ塩化ビニル

2) ビニロンは、酢酸ビニルを付加重合して得られるポリ酢酸ビニルを出発物質として合成される。ポリ酢酸ビニルをけん化すると、側鎖の $-\text{OCOCH}_3$ が $-\text{OH}$ に変わり、ポリビニルアルコールが得られる。さらにポリビニルアルコールをホルムアルデヒドと反応させてアセタール化すると、主鎖中のヒドロキシ基どうしが $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$ で結ばれた構造をもつビニロンが生成する。

したがって、①は酢酸ビニルである(カ)、ポリ酢酸ビニルの側鎖は $-\text{OCOCH}_3$ (②)、ビニロンではアセタール構 $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$ (③) が形成される。

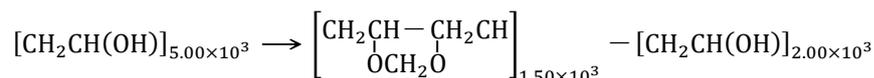
(答)①:(カ), ②: $\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ ③: $\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}$

3) ポリビニルアルコールの繰り返し単位 $[\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})]$ の式量は 44.0 である。ビニロンでは、このうち2個の繰り返し単位がホルムアルデヒド CH_2O と反応してアセタール構造をつくるので、アセタール化された部分1組の式量は

$$44.0 \times 2 + 30.0 - 18.0 \times 2 = 100$$

となる。

したがって、平均重合度 5.00×10^3 のポリビニルアルコールのうち、 1.50×10^3 箇所がアセタール化されているビニロン A が生成する反応は、



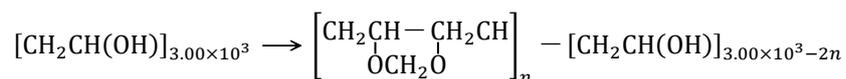
と表せる。よって、ビニロン A の平均分子量は

$$100 \times 1.50 \times 10^3 + 44.0 \times 2.00 \times 10^3 = 2.38 \times 10^5 \quad (\text{有効数字 3 桁})$$

となる。

(答) 2.38×10^5

- 4) ビニロン B に、平均して n 箇所のアセタール構造が生じているとする。アセタール構造 1 個ができると、ヒドロキシ基は 2 個失われるので、ビニロン B 1 分子中に残るヒドロキシ基の数は $3.00 \times 10^3 - 2n$ 個である。したがって、ビニロン B が生成する反応は、



と表せる。

また、ヒドロキシ基 $-\text{OH}$ をメチル化して $-\text{OCH}_3$ に変換すると、1 個あたりの式量の増加は CH_2 分の 14.0 である。

一方、ビニロン B の平均分子量は

$$100n + 44.0(3.00 \times 10^3 - 2n) = 12.0n + 1.32 \times 10^5$$

であるから、ビニロン B 10.0 g 中に含まれるヒドロキシ基の総物質質量について、次式が成立する。

$$\frac{10.0 \text{ g}}{(12.0n + 1.32 \times 10^5) \text{ g/mol}} \times (3.00 \times 10^3 - 2n) = \frac{1.00 \text{ g}}{14.0 \text{ g/mol}}$$

$$\therefore n = 986.3 \rightarrow 986 \quad (\text{有効数字 3 桁})$$

(答) 986 か所

3

(1) 酢酸とプロピオン酸の電離定数をそれぞれ K_1 , K_2 とすると,

$$K_1 = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 2.80 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \quad \text{①}$$

$$K_2 = \frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}]} = 2.40 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \quad \text{②}$$

である。ここで $[\text{H}^+] = 2.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であるから、①式と②式より

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{K_1}{[\text{H}^+]} = \frac{2.80 \times 10^{-5} \text{ mol/L}}{2.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}} = 0.140 \quad \text{③}$$

$$\frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}]} = \frac{K_2}{[\text{H}^+]} = \frac{2.40 \times 10^{-5} \text{ mol/L}}{2.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}} = 0.120 \quad \text{④}$$

が得られる。

酢酸水溶液とプロピオン酸水溶液を同じ体積だけ混合しているため、混合後の酢酸とプロピオン酸のモル濃度はともに半分になる。酢酸のモル濃度 C_1 は物質収支条件より

$$C_1 = [\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 2.28 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times \frac{1}{2} = 1.14 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \quad \text{⑤}$$

になる。また、混合後のプロピオン酸のモル濃度を C_2 とすると、

$$C_2 = [\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}] + [\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-] \quad \text{⑥}$$

となる。

③式と⑤式を連立して

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 1.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}, \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 1.40 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

が得られる。

(答) $1.40 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

【別解】

酢酸の電離度を α_1 とすると、

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = C_1\alpha_1, \quad [\text{CH}_3\text{COOH}] = C_1(1 - \alpha_1)$$

より、酢酸の電離定数 K_1 は

$$K_1 = \frac{C_1\alpha_1[\text{H}^+]}{C_1(1 - \alpha_1)} = \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} [\text{H}^+]$$

と表される。これより

$$\alpha_1 = \frac{K_1}{[\text{H}^+] + K_1} = \frac{2.80 \times 10^{-5} \text{ mol/L}}{(2.00 \times 10^{-4} + 2.80 \times 10^{-5}) \text{ mol/L}} = \frac{14.0}{114}$$

となる。したがって、

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = C_1\alpha_1 = 1.14 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times \frac{14.0}{114} = 1.40 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

となる。

(答) $1.40 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

(2) ④式と⑥式より

$$C_2 = [C_2H_5COOH] + 0.120[C_2H_5COOH] = 1.12[C_2H_5COOH]$$

が得られる。

水の電離を無視すると、電気的中性条件は

$$[H^+] = [CH_3COO^-] + [C_2H_5COO^-] \quad \text{⑦}$$

と表される。

$$2.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L} = 1.40 \times 10^{-5} \text{ mol/L} + [C_2H_5COO^-]$$

$$[C_2H_5COO^-] = 1.86 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\therefore C_2 = \frac{[C_2H_5COO^-]}{0.120} + [C_2H_5COO^-] = \frac{28}{3}[C_2H_5COO^-] = 1.736 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

求めるモル濃度は混合前の値なので、

$$2C_2 = 3.472 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \rightarrow 3.47 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad (\text{有効数字 3 桁})$$

である。

(答) $3.47 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

【別解】

プロピオン酸の電離度を α_2 とすると、

$$[C_2H_5COO^-] = C_2\alpha_2, \quad [C_2H_5COOH] = C_2(1 - \alpha_2)$$

より、プロピオン酸の電離定数 K_2 は

$$K_2 = \frac{C_2\alpha_2[H^+]}{C_2(1 - \alpha_2)} = \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2}[H^+]$$

と表される。これより

$$\alpha_2 = \frac{K_2}{[H^+] + K_2} = \frac{2.40 \times 10^{-5} \text{ mol/L}}{(2.00 \times 10^{-4} + 2.40 \times 10^{-5}) \text{ mol/L}} = \frac{3}{28} = 0.1071$$

となる。

また、電気的中性条件の⑦式より

$$\begin{aligned} [C_2H_5COO^-] &= [H^+] - [CH_3COO^-] \\ &= (2.00 \times 10^{-4} - 1.40 \times 10^{-5}) \text{ mol/L} = 1.86 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

であるから、

$$C_2 = \frac{[C_2H_5COO^-]}{\alpha_2} = 1.86 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times \frac{28}{3} = 1.736 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

を得る。

求めるモル濃度は混合前の値なので、

$$2C_2 = 3.472 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \rightarrow 3.47 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad (\text{有効数字 3 桁})$$

である。

(答) $3.47 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

4

問 1 (1) 反応速度式は

$$v_1 = k_1[A][B], \quad v_2 = k_2[C]^2$$

であるから,

$$k_1 = \frac{v_1}{[A][B]} = \frac{9.0 \times 10^{-2} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})}{3.0 \text{ mol}/\text{L} \times 3.0 \text{ mol}/\text{L}} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{min})$$

$$k_2 = \frac{v_2}{[C]^2} = \frac{4.0 \times 10^{-3} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})}{(2.0 \text{ mol}/\text{L})^2} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{min})$$

となる。

(答) $k_1 = 1.0 \times 10^{-2} \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{min})$, $k_2 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{min})$

(2) 平衡状態では $v_1 = v_2$ であるから,

$$k_1[A][B] = k_2[C]^2$$

$$\therefore K = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{k_1}{k_2} = \frac{1.0 \times 10^{-2} \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{min})}{1.0 \times 10^{-3} \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{min})} = 10$$

(答) $K = 10$

(3) 平衡に達するまでに反応した A のモル濃度を $x \text{ mol}/\text{L}$ とすると, 平衡状態では

$$[A] = [B] = (5.0 - x) \text{ mol}/\text{L}, \quad [C] = 2x \text{ mol}/\text{L}$$

となっている。化学平衡の法則より,

$$\frac{(2x \text{ mol}/\text{L})^2}{(5.0 - x) \text{ mol}/\text{L} \times (5.0 - x) \text{ mol}/\text{L}} = 10$$

$$\frac{2x}{5.0 - x} = \pm\sqrt{10}$$

であるが, $0 < x < 5.0$ より $x = 3.06$ を得る。

$$[HI] = 2x \text{ mol}/\text{L} = 6.12 \text{ mol}/\text{L} \rightarrow 6.1 \text{ mol}/\text{L} \quad (\text{有効数字 2 桁})$$

(答) $6.1 \text{ mol}/\text{L}$

- 問 2 (1) 大気圧を $P_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 断面積を $S = 20 \text{ cm}^2$, 初めに A 室に入っていた空気の物質量を n_0 , 気体定数を R とする。コック b が開いているので, B 室の圧力は大気圧 P_0 に等しく, 平衡状態では A 室と B 室の圧力は一致するので, ピストンの移動後も P_0 である。ピストンが初めの位置から右向きに $x \text{ cm}$ 移動したとする。初めの状態と, ピストン移動後の平衡状態において, A 室について状態方程式より

$$P_0 \cdot S \times 50 \text{ cm} = n_0 R \times 300 \text{ K}$$

$$P_0 \cdot S(50 + x) \text{ cm} = n_0 R \times 330 \text{ K}$$

となる。これより

$$\frac{50 + x}{50} = \frac{330}{300}$$

$$\therefore x \text{ cm} = 5.0 \text{ cm} \quad (\text{有効数字 2 桁})$$

と求められる。

(答) 5.0 cm

- (2) 初めに B 室に入っていた空気の物質量も n_0 である。ピストン移動後の平衡状態における両室の圧力を P_1 , ピストンが初めの位置から右向きに $y \text{ cm}$ 移動したとする。状態方程式より, 平衡状態における A 室および B 室について,

$$P_1 \cdot S(50 + y) \text{ cm} = n_0 R \times 330 \text{ K}$$

$$P_1 \cdot S(50 - y) \text{ cm} = n_0 R \times 300 \text{ K}$$

となる。これより

$$\frac{50 + y}{50 - y} = \frac{330}{300}$$

$$\therefore y \text{ cm} = 2.38 \text{ cm} \rightarrow 2.4 \text{ cm} \quad (\text{有効数字 2 桁})$$

と求められる。

(答) 2.4 cm

【講評】

近年の本試験は2018年前後の出題傾向に回帰しているのではないかと直前講習でも述べていたが、本試験はまさにそれを裏付ける内容となった。全体として基本・標準的な問題が中心であるものの、電離平衡など一部にはやや取り組みにくい問題も含まれていた。

①はセルロースに関する問題である。内容自体は基本事項の確認が中心であり、確実に得点しておきたい大問であるが、半合成繊維に関する計算では処理の正確さが求められた。

②はエタノールやアセチレンを中心とした合成経路の問題であり、完答を目指したい大問である。脂肪族炭化水素とその反応に関する標準的な内容が中心であるが、合成繊維ビニロンの計算は習熟度によって差が生じた可能性がある。

③は二つの弱酸の混合溶液に関する問題である。昭和医科大学では2020年度Ⅱ期にも乳酸と酢酸の混合溶液が出題されている。直前講習ではギ酸と酢酸の混合溶液を扱っており、解法を含めて確認していた受験生は落ち着いて対応できただろう。この大問を確実に得点できたかどうか、得点差につながったと考えられる。

④は反応速度と化学平衡に関する典型的な問題と、気体の状態変化に関する問題であった。前者は基本事項の理解を問うものであり完答が望ましい。一方、後者は類題演習の経験によって処理の速さに差が生じた可能性がある。

全体として、計算問題の方針自体は立てやすいものの、正確さ、理解の深さ、および処理速度が求められる試験であった。目標得点率としては70%前後を一つの目安としたい。

医大別直前二次試験対策講座(後期)

- 日本医科大学 (般後)
- 昭和医科大学 (般Ⅱ期)
- 金沢医科大学 (般後)
- 獨協医科大学 (般後)
- 聖マリアンナ医科大学 (般後・共)
- 日本大学 (N方式2期)

合格を勝ち取る！
各大学の二次試験の要点解説と面接対策

◆スケジュールについてはHPでご確認ください。



26年度解答速報はメルマガ登録またはLINE友だち追加で全科目を閲覧

本解答速報の内容に関するお問合せは


医学部専門予備校
YMS
heart of medicine
 ☎ 03-3370-0410 <https://yms.ne.jp/>
 東京都渋谷区代々木 1-37-14

医学部進学予備校 **メビオ** ☎ 0120-146-156
<https://www.mebio.co.jp/>

医学部専門予備校 **英進館メビオ** 福岡校 ☎ 0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

メルマガ登録



LINE 登録

